

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ ⑯ **Offenlegungsschrift**
⑯ ⑯ **DE 100 03 739 A 1**

⑯ ⑯ Int. Cl. 7:
G 01 M 17/00
G 01 P 9/00
G 07 C 5/08

⑯ ⑯ ⑯ Aktenzeichen: 100 03 739.9
⑯ ⑯ ⑯ Anmeldetag: 28. 1. 2000
⑯ ⑯ ⑯ Offenlegungstag: 9. 8. 2001

⑯ ⑯ ⑯ Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ ⑯ ⑯ Erfinder:
Ammon, Dieter, Dr., 71686 Remseck, DE; Zomotor,
Zoltan A., Dipl.-Ing., 70619 Stuttgart, DE

⑯ ⑯ ⑯ Entgegenhaltungen:
DE 199 45 688 A1
at-Automatisierungstechnik 46 (1998) 9, S.420-425;
atp 41 (1999) H.7, Bild 4,3 S.35-42;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ ⑯ ⑯ Verfahren und System zur Identifikation von Systemparametern in Fahrzeugen

⑯ ⑯ ⑯ Bei einem Verfahren zur Identifikation von Systemparametern in Fahrzeugen werden Fahrzeugzustandsgrößen repräsentierende Messwerte im Fahrbetrieb des Fahrzeugs gemessen und in einer Recheneinheit gemäß einer Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Systemparameter unter Berücksichtigung von Bewegungsgleichungen eines Fahrzeug-Berechnungsmodells ausgewertet. Über einen Optimierungsparameter wird das Verhältnis von Schätzwerten und Messwerten in der Berechnungsvorschrift zur Parameteridentifikation gewichtet, wobei für den Fall, dass die Messung im aktuellen Messschritt mehr Informationen als die Schätzung enthält, die Messung stärker berücksichtigt wird und für den Fall, dass die Messung im Verhältnis zur Schätzung keine neuen Informationen liefert, die Schätzung stärker berücksichtigt wird.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Identifikation von Systemparametern in Fahrzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. 10.

Zur Beurteilung des Fahrverhaltens von Fahrzeugen werden üblicherweise im Fahrbetrieb oder auf einem Prüfstand Zustandsgrößen des Fahrzeugs gemessen und aus den gewonnenen Messgrößen Kennwerte ermittelt, über die das Fahrverhalten des Fahrzeugs charakterisierbar ist, beispielsweise der Eigenlenkgradient, der Schwimmwinkelgradient oder der Winkelgradient. Anhand dieser Kenngrößen kann das Fahrverhalten des Fahrzeugs im Zeitbereich oder Frequenzbereich beurteilt werden. Um die gewünschten Kenngrößen gewinnen zu können, muss zunächst ein mathematisches Fahrzeug-Ersatzmodell formuliert werden, mit dessen Bewegungsgleichungen das Fahrverhalten des Fahrzeugs näherungsweise zu beschreiben ist. Das Fahrzeug-Ersatzmodell ist üblicherweise in der Weise aufgebaut, dass zumindest die Querdynamik des Fahrzeugs – Querbeschleunigung und Gierbeschleunigung – zu erfassen sind. Unter Berücksichtigung der Messgrößen und der Bewegungsgleichungen des Fahrzeug-Ersatzmodells können die gesuchten Kenngrößen aus den Parametern des Ersatzmodells bestimmt werden.

Die interessierenden Kenngrößen müssen mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden, damit eine verlässliche Aussage über das Fahrverhalten des Fahrzeugs anhand dieser Kenngrößen möglich ist. Um die Kenngrößen mit der erforderlichen Güte bestimmen zu können, muss bei den bisher üblichen Identifikationsmodellen zur Bestimmung von Systemparametern während der Messfahrt ein breites Spektrum von Fahrmanövern und von unterschiedlichen Straßenanregungen abgedeckt werden, um sicherzustellen, dass dem Identifikationsmodell die für die Parameteridentifikation erforderlichen Daten zugeführt werden können. Die Vielzahl von Fahrmanövern unter unterschiedlichen Bedingungen sind zeitintensiv durchzuführen und nicht immer mit hinreichender Genauigkeit reproduzierbar.

Identifikationsverfahren, die auf einem linearen Einspurmodell eines Fahrzeugs basieren, sind beispielsweise in den Druckschriften DE 42 26 749 A1 und DE 43 25 413 A1 beschrieben worden.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, die Identifikation von Systemparametern eines Fahrzeugs zu verbessern bzw. zu vereinfachen. Es soll insbesondere eine Möglichkeit angegeben werden, den Messaufwand ohne Beeinträchtigung der Qualität der Kenngrößen zu reduzieren.

Dieses Problem wird erfahrungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. 10 gelöst.

Gemäß dem neuen Verfahren wird zur Identifikation von Systemparametern in Fahrzeugen ein Parameterschätzverfahren verwendet, welches zwangsläufig auf der Methode der Covariance-Intersection basiert, welche eine Weiterentwicklung des Kalman-Filters für Schätzungs-, Filterungs- und Datenfusionsapplikationen darstellt. Die Covariance-Intersection-Methode ist jedoch im Unterschied zum Kalman-Filter in der Lage, eine Parameteridentifikation auch dann mit hoher Qualität durchzuführen, wenn Schätzwerte des Verfahrens und Fehler- bzw. Rauschanteile korrelieren. Die Covariance-Intersection erlaubt die Fusion von Größen, deren Korrelationsgrad unbekannt ist.

Erfahrungsgemäß ist vorgesehen, dass zur Identifikation der Systemparameter eine iterative Berechnungsvorschrift durchgeführt wird, in welcher ein Optimierungsparameter berücksichtigt wird, mit dem die Anteile aus der Schätzung und aus der Messung in Abhängigkeit der Güte der Messwerte unterschiedlich gewichtet werden können. Der Opti-

mierungsparameter wird hierbei über eine Optimierungsfunktion gemäß einem vorgegebenen Funktional bestimmt.

Die Bewegungsgleichungen des Fahrzeug-Ersatzmodells werden insbesondere über die Berechnungsvorschrift der Covariance-Intersection-Methode berücksichtigt. In der Regel reicht ein Einspur-Fahrzeug-Ersatzmodell zur Bestimmung der Querdynamik und der Wankdynamik eines Fahrzeugs für die Ermittlung der Systemparameter aus.

Das auf der Covariance-Intersection-Methode basierende Verfahren zur Identifikation von Systemparametern bietet den Vorteil, dass über die in jedem Iterationsschritt neu zu treffende Bestimmung des Optimierungsparameters eine der Güte der aktuellen Messwerte entsprechende Gewichtung im Iterationsalgorithmus zwischen Schätzwerten und Messwerten durchgeführt wird. Dadurch funktioniert das Schätzverfahren auch bei einer geringen oder einer fehlenden Anregung ohne Verschlechterung der Ergebnisse für die Systemparameter, da im Falle einer geringen oder fehlenden Anregung der Schätzanteil in der Berechnungsvorschrift für die Parameteridentifikation bedeutend stärker gewichtet wird als der Messanteil. Im umgekehrten Fall, wenn die Messung wesentlich mehr Informationen beinhaltet als die Schätzung, wird dementsprechend der Messanteil stärker gewichtet als der Schätzanteil.

Ein weiterer Vorteil der Anwendung des Covariance-Intersection-Verfahrens liegt darin, dass ein Divergieren der Verfahrensergebnisse im Gegensatz zu bisher bekannten Verfahren in der Regel ausgeschlossen werden kann.

Als Systemparameter werden insbesondere der Eigenlenkgradient, der Schwimmwinkelgradient und der Winkelgradient bestimmt. Die bei der Messfahrt aufzunehmenden Messgrößen sind insbesondere die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs, die Querbeschleunigung, die Giergeschwindigkeit sowie gegebenenfalls die Wankgeschwindigkeit, der Lenkgradwinkel und die Quergeschwindigkeit. Diese Messgrößen werden zur Bestimmung der Systemparameter herangezogen.

Die online identifizierten Systemparameter können zur Bewertung des Fahrverhaltens herangezogen werden. Darüber hinaus ist es auch möglich, im Anschluss an die Parameteridentifikation Fahrmanöver des Fahrzeug-Ersatzmodells im Zeit- oder Frequenzbereich zu simulieren, um zu einer weiteren bzw. genaueren Bewertung des Fahrverhaltens zu gelangen.

Das erfahrungsgemäße System zur Durchführung des Verfahrens umfasst eine Messeinrichtung, mit der im Fahrzeug die benötigten Fahrzeug-Zustandsgrößen gemessen bzw. ermittelt werden können, sowie eine Recheneinheit, die ebenfalls im Fahrzeug angeordnet ist und in der die in der Messeinrichtung aufgenommenen Messgrößen insbesondere unter Anwendung der Covariance-Intersection-Methode ausgewertet werden. In dieser Ausführung stehen die Fahrverhalten charakterisierenden Systemparameter online im Fahrzeug zur Verfügung und können gemäß einer bevorzugten Weiterbildung für die Erzeugung von Stellsignalen herangezogen werden, über die das Fahrverhalten des Fahrzeugs beeinflusst werden kann. Derartige Stellsignale werden beispielsweise den Stellgliedern eines aktiven, regelbaren Fahrwerks, eines Anti-Blockier-Systems, eines Antriebs-Schlupf-Regelungssystems, einer Motorsteuerung oder einer Getriebesteuerung zugeführt. Man ist damit in der Lage, das Fahrzeug-Fahrverhalten für den Fall positiv manipulieren zu können, dass die das Fahrverhalten charakterisierenden Kenngrößen außerhalb eines definierten Bereichs liegen, wodurch konstruktive Abweichungen von einem Idealwert ebenso ausgeglichen werden können wie Produktions- oder Montagefehler oder Verschleiß im Fahrzeug.

Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungsformen

sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und der Zeichnung zu entnehmen, die ein Ablaufdiagramm mit den Verfahrensschritten zur Messung von Zustandsgrößen, Identifikation von Systemparametern und Erzeugung von das Fahrverhalten beeinflussenden Stellsignalen zeigt.

Das Covariance-Intersection-Verfahren, welches für die Online-Identifikation von Systemparametern θ in Fahrzeugen herangezogen wird, geht aus von einer iterativ durchzuführenden Berechnungsvorschift auf der Grundlage der Gleichungen

$$P^{-1}_{k+1} = \omega P^{-1}_k + (1 - \omega) H^T_{k+1} R^{-1} H_{k+1}$$

$$P^{-1}_{k+1} \theta_{k+1} = \omega P^{-1}_k \theta_k + (1 - \omega) H^T_{k+1} R^{-1} y_{k+1}.$$

Hierin bezeichnen "k" den den aktuellen Iterationsschritt angegenden Index, "P" eine Kovarianzmatrix, " θ " die zu ermittelnden Systemparameter, "R" eine in der Regel konstante Modellvarianzmatrix, "H" eine von Messwerten und den Bewegungsgleichungen des zu Grunde liegenden Fahrzeug-Ersatzmodells abhängige Jacobimatrix, " ω " einen Optimierungsparameter und "y" Messwerte, wobei "k" und " ω " skalare Größen sind, "y" und " θ " Vektoren bezeichnen und "P", "H" und "R" Matrizen sind.

Das Covariance-Intersection-Verfahren wird online im Fahrzeug iterativ durchgeführt. Hierfür ist das Fahrzeug mit einer Messeinrichtung zur Messung von Fahrzeug-Zustandsgrößen und einer Recheneinheit zur Auswertung der Messergebnisse und gegebenenfalls zur Erzeugung von Stellsignalen, die das Fahrverhalten beeinflussende Fahrzeugaggregate zuzuführen sind, ausgerüstet. Die Messung umfasst folgende Fahrzeug-Zustandsgrößen, die in einem Messvektor z zusammen gefasst sind:

$$z_{k+1} = [y^T_{k+1}, u^T_{k+1}]^T,$$

wobei mit "y" die Messwerte der Systemausgänge und mit "u" die Messwerte der Systemeingänge bezeichnet sind. Die Messwerte y der Systemausgänge entsprechen den Bewegungsgleichungen h des mathematischen Fahrzeug-Ersatzmodells nach dem Zusammenhang

$$y = h(u_{k+1}, \theta).$$

Die Messwerte u der Systemeingänge fließen unmittelbar in die Berechnung der rechten Seite der Bewegungsgleichungen ein.

Im Falle eines Einspur-Fahrzeugmodells mit Berücksichtigung der Fahrzeug-Querdynamik und der Fahrzeug-Wankdynamik lautet der Vektor der Messwerte y der Systemausgänge

$$y = [a_y, d^2\Psi/dt^2, \varphi]^T$$

mit der Querbeschleunigung a_y , der Gierbeschleunigung $d^2\Psi/dt^2$ und dem Winkel φ . Die Bewegungsgleichungen h werden in der Recheneinheit gemäß dem hinterlegten Ersatzmodell berechnet; die Bewegungsgleichungen h hängen von den Systemparametern θ und den Messwerten u der Systemeingänge ab, wobei im Einspurmodell im Messvektor u gemäß

$$u = [v_x, v_y, d\Psi/dt, d\varphi/dt, \delta_H]^T$$

die Fahrzeug-Längsgeschwindigkeit v_x , die Fahrzeug-Quergeschwindigkeit v_y , die Giergeschwindigkeit $d\Psi/dt$, die Wankgeschwindigkeit $d\varphi/dt$ und der Lenkwinkel δ_H zu berücksichtigen sind.

Die Kovarianzmatrix P und die Systemparameter θ im Covariance-Intersection-Algorithmus werden, ausgehend von vorzugebenden Startwerten P_0 , θ_0 , iterativ bestimmt. Die Jacobimatrix H wird gemäß dem Zusammenhang

$$H^T_{k+1} = dh^T(u_{k+1}, \theta)/d\theta$$

als Differenzial oder als Differenzenquotient aus den Bewegungsgleichungen h und den Systemparametern θ bestimmt.

Der Optimierungsparameter ω , der das Verhältnis von Schätzwerten zu Messwerten im Covariance-Intersection-Verfahren bestimmt, wird zweckmäßig in der Weise festgelegt, dass das Optimierungskriterium

$$\det(P_{k+1}) = \text{Minimum},$$

wonach die Determinante der Kovarianzmatrix P ein Minimum ergeben soll, erfüllt ist. In alternativen Ausführungen kann es aber auch angezeigt sein, hiervon abweichende Kostenfunktionale für die Bestimmung des Optimierungsparameters ω vorzugeben.

Zusammengefasst lässt sich das Covariance-Intersection-Verfahren unter Berücksichtigung zweckmäßiger Umformungen für ein Einspur-Fahrzeugmodell mit dem Gleichungssatz

$$\theta_{k+1} = \theta_k + K_{k+1}[y_{k+1} - h(u_{k+1}, \theta_k)]$$

$$K_{k+1} = (1 - \omega) P_k H^T_{k+1} [H_{k+1} P_k H^T_{k+1} + R]^{-1}$$

$$H^T_{k+1} = dh^T(u_{k+1}, \theta)/d\theta$$

$$P^{-1}_{k+1} = \omega P^{-1}_k + (1 - \omega) H^T_{k+1} R^{-1} H_{k+1}$$

$$\omega \text{ aus: } \det(P_{k+1}) = \text{Minimum} \\ \text{beschreiben.}$$

Zur Verdeutlichung wird der Algorithmus für die ersten beiden Iterationsschritte mit $k = 0$ und $k = 1$ aufgeführt: $k = 0$ (Initialisierungsschritt):

$$\theta_1 = \theta_0 + K_1[y_1 - h(u_1, \theta_0)]$$

$$K_1 = (1 - \omega) P_0 H^T_1 [H_1 P_0 H^T_1 + R]^{-1}$$

$$H^T_1 = dh^T(u_1, \theta)/d\theta$$

$$P^{-1}_1 = \omega P^{-1}_0 + (1 - \omega) H^T_1 R^{-1} H_1$$

$$\omega \text{ aus: } \det(P_1) = \text{Minimum},$$

wobei die Modellvarianzmatrix R konstante Werte aufweist und θ_0 , P_0 als Startwerte für die Systemparameter bzw. die Kovarianzmatrix vorgegeben werden. Mit "K" ist eine Korrekturmatrix bezeichnet.
 $k = 1$:

$$\theta_2 = \theta_1 + K_2[y_2 - h(u_2, \theta_1)]$$

$$K_2 = (1 - \omega) P_1 H^T_2 [H_2 P_1 H^T_2 + R]^{-1}$$

$$H^T_2 = dh^T(u_2, \theta)/d\theta$$

$$P^{-1}_2 = \omega P^{-1}_1 + (1 - \omega) H^T_2 R^{-1} H_2$$

$$\omega \text{ aus: } \det(P_2) = \text{Minimum}.$$

Das in der Figur dargestellte Ablaufdiagramm verdeutlicht die Funktionsweise der Covariance-Intersection-Methode bzw. die Funktionsweise des in ein Fahrzeug integrierten Systems, in welchem diese Methode zur Online-

Identifikation von Fahrzeugparametern implementiert ist.

In einem ersten Ablaufschritt 1 wird zu Beginn des Verfahrens zunächst der den Iterationsschritt repräsentierende Index k auf den Wert Null initialisiert. Im nächsten Ablaufschritt 2 werden über die in das Fahrzeug integrierte Messeinrichtung bei bewegtem Fahrzeug Messwerte aufgenommen, insbesondere Zustandsgrößen des Fahrzeugs auf Lage-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungssebene. Es wird der Vektor der Messwerte z_{k+1} ermittelt, der sowohl Systemausgangs-Messwerte y_{k+1} als auch Systemeingangs-Messwerte u_{k+1} umfasst. Im Anschluss an die Messung werden im Ablaufschritt 3 unter Berücksichtigung der Messwerte y_{k+1} und u_{k+1} die Bewegungsgleichungen h ermittelt, welche auf dem aktuell eingesetzten Fahrzeug-Ersatzmodell beruhen. Es wird weiterhin der Optimierungsparameter ω berechnet, insbesondere aus der Bedingung, dass die Determinante der Kovarianzmatrix ein Minimum einnimmt. Gemäß der Covariance-Intersection-Methode werden die Systemparameter θ_{k+1} ermittelt, welche zweckmäßig zumindest den Eigenlenkgradienten, den Schwimmwinkelgradienten und den Wankwinkelgradienten umfassen. 10 15 20

Im Schritt 4 werden die ermittelten Systemparameter einer Güteabfrage unterzogen. Sofern der Betragwert $|\theta_{k+1}|$ eines Systemparameters außerhalb eines zulässigen, vorgegebenen Bereiches θ_{Limit} liegt, wird der "Ja"-Verzweigung entsprechend zum Ablaufschritt 6 fortgefahrene und es wird in der Recheneinheit ein Stellsignal S_{St} erzeugt, um ein Stellglied eines Fahrzeugaggregates zu manipulieren, mit dem die fahrdynamischen Eigenschaften des Fahrzeugs beeinflusst werden können. Hierfür kommen aktiv regelbare Komponenten des Fahrwerks in Frage, aber auch Komponenten, über die der Zustand der Bremsen, des Motors oder des Getriebes zu beeinflussen ist. Über die Manipulation eines den Fahrzustand beeinflussenden Aggregates können Abweichungen der Systemparameter von einem Idealwert online im Fahrzeug kompensiert werden. 25 30 35

Nach der Erzeugung des Stellsignals S_{St} wird zum Ablaufschritt 5 fortgefahrene, in welchem der Index k um den Wert eins erhöht wird. Anschließend wird das Verfahren von Neuem durchlaufen, beginnend bei Ablaufschritt 2, der Messung der Fahrzeug-Zustandsgrößen. 40

Sofern der Betragwert $|\theta_{k+1}|$ eines Systemparameters in der Abfrage nach Ablaufschritt 4 innerhalb des zulässigen, vorgegebenen Bereiches θ_{Limit} liegt, wird der "Nein"-Verzweigung entsprechend unmittelbar zum Ablaufschritt 5 zur Erhöhung des Index k um den Wert eins verfahren und schließlich zum Anfang des Verfahrens zum Ablaufschritt 2 zurückgekehrt. 45

Es kann gegebenenfalls zweckmäßig sein, das Verfahren nach dem Ablaufschritt 3, der Messung der Zustandsgrößen und der Ermittlung der Systemparameter, abzubrechen und die gewonnenen Erkenntnisse über die Systemparameter einer konstruktiven Anpassung des Fahrzeugs zu Grunde zu legen. 50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Identifikation von Systemparametern in Fahrzeugen, bei dem Fahrzeugzustandsgrößen repräsentierende Messwerte (y , u) im Fahrbetrieb des Fahrzeugs gemessen und in einer Recheneinheit gemäß einer Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Systemparameter (θ) ausgewertet werden, wobei in der Berechnungsvorschrift Bewegungsgleichungen (h) eines Fahrzeug-Berechnungsmodells und sowohl Schätzwerte als auch Messwerte (y , u) berücksichtigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass über einen Optimierungsparameter (ω) das Verhältnis von Schätz- 60 65

werten und Messwerten in der Berechnungsvorschrift zur Parameteridentifikation gewichtet wird, wobei die Gewichtung in der Weise erfolgt, dass

- für den Fall, dass die Messung im aktuellen Messschritt mehr Informationen als die Schätzung enthält, die Messung stärker berücksichtigt wird und

- für den Fall, dass die Messung im Verhältnis zur Schätzung keine neuen Informationen liefert, die Schätzung stärker berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Optimierungsparameter (ω) in der Weise bestimmt wird, dass eine Funktion der Kovarianzmatrix (P) einem vorgegebenem Funktional entspricht:

$$f(P_{k+1}) = \text{Funktional.}$$

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Optimierungsparameter (ω) in der Weise bestimmt wird, dass die Determinante der Kovarianzmatrix (P) ein Minimum einnimmt:

$$\det(P_{k+1}) = \text{Minimum.}$$

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Berechnungsvorschrift gemäß dem Zusammenhang

$$P^{-1}_{k+1} = \omega P^{-1}_k + (1 - \omega) H^T_{k+1} R^{-1} H_{k+1}$$

$$P^{-1}_{k+1} \theta_{k+1} = \omega P^{-1}_k \theta_k + (1 - \omega) H^T_{k+1} R^{-1} y_{k+1}$$

iterativ durchgeführt wird, worin k den aktuellen Iterationsschritt anzindenden Index P eine Kovarianzmatrix R die zu ermittelnden Systemparameter H eine Modellvarianzmatrix ω den Optimierungsparameter und y die Messwerte bezeichnet und die Jacobimatrix (H) in Abhängigkeit von Messwerten (u) und Bewegungsgleichungen (h) aus dem Differenzial bzw. dem Differenzenquotienten

$$H^T_{k+1} = dh^T(u_{k+1}, \theta) / d\theta$$

ermittelt wird, wobei der Optimierungsparameter (ω) mittels der Optimierungsfunktion bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in den Bewegungsgleichungen (h) zumindest die Querbeschleunigung (a_y) und die Gierbeschleunigung ($d^2\Psi/dt^2$) berücksichtigt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in den Bewegungsgleichungen (h) die Wankbeschleunigung ($d^2\phi/dt^2$) berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere der folgenden Größen gemessen werden: die Längsgeschwindigkeit (v_x), die Quergeschwindigkeit (v_y), die Querbeschleunigung (a_y), die Giergeschwindigkeit ($d\Psi/dt$), die Wankgeschwindigkeit ($d\phi/dt$) und der Lenkradwin-

kel (δ_H).

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Modellvarianzmatrix (R) in der Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Systemparameter (θ) konstant ist. 5

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren online im Fahrzeug durchgeführt wird.

10. System zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einer Messeinrichtung und einer Recheneinheit im Fahrzeug, in der die in der Messeinrichtung aufgenommenen Messwerte zur Ermittlung von das Fahrverhalten charakterisierender Systemparameter (θ) ausgewertet werden. 10

11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Recheneinheit Steilsignale (S_{St}) zur Beeinflussung des Fahrverhaltens des Fahrzeugs für den Fall erzeugbar sind, 15

dass die ermittelten Systemparameter (θ) außerhalb eines definierten Bereichs liegen.

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellsignale (S_{St}) Stellgliedern eines aktiven Fahrwerks zuführbar sind.

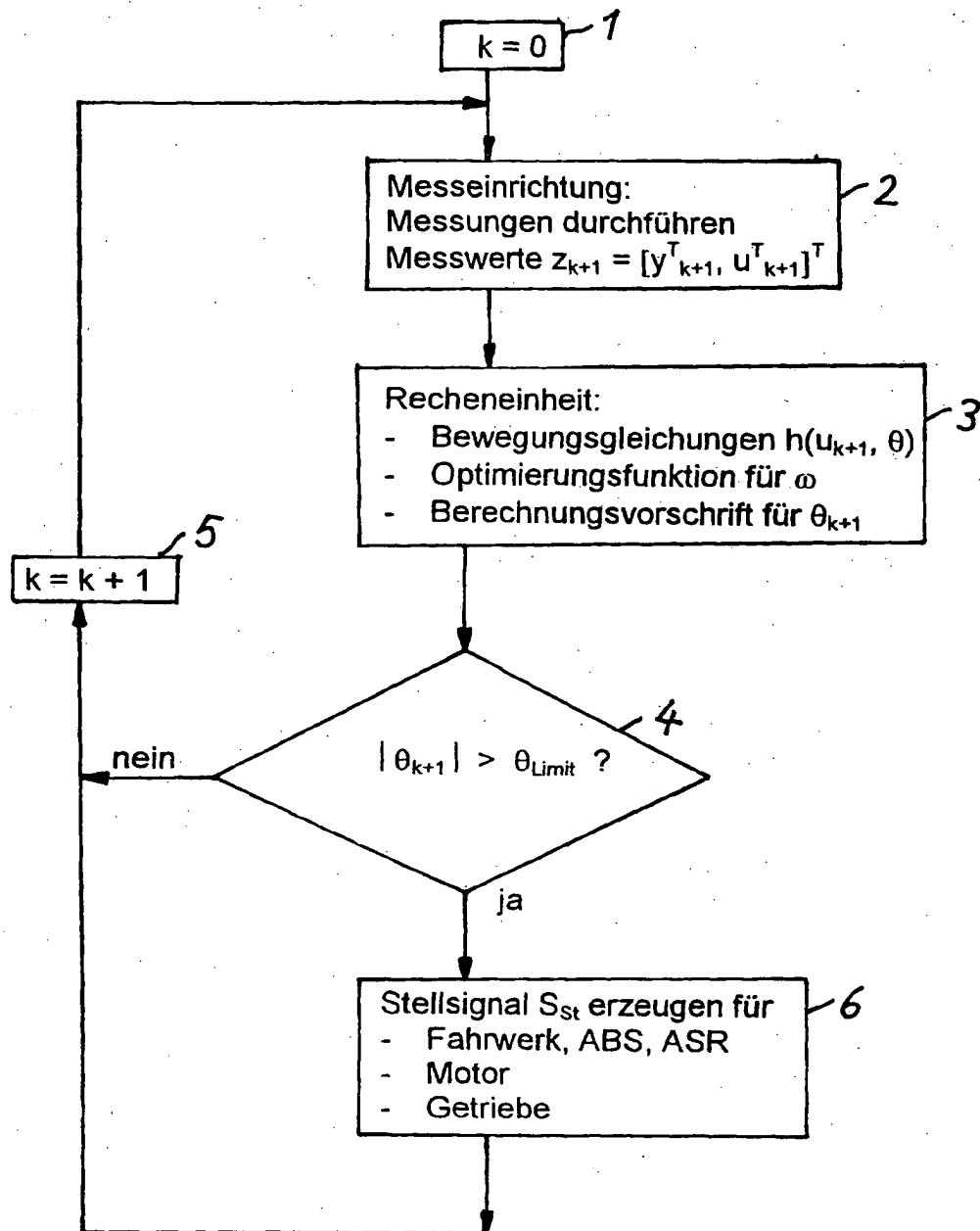
13. System nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellsignale (S_{St}) einem Anti-Blockier-System zuführbar sind. 25

14. System nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellsignale (S_{St}) einem Antriebs-Schlupf-Regelungssystem zuführbar sind. 30

15. System nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellsignale (S_{St}) einer Motorsteuerung zuführbar sind.

16. System nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellsignale (S_{St}) einer Getriebesteuerung zuführbar sind. 35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



Walter Ottesen
Patent Attorney
P.O. Box 4026
Gaithersburg, MD 20885-4026

Telephone: 301-869-8950

Telefax: 301-869-8929

Attorney Docket No. 203-034

Application Serial No. _____